

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the pump characterized by the above-mentioned motor (7) consisting of a switched reluctance motor in the pump by which a rotation drive is carried out by the motor (7).

[Claim 2] The pump characterized by preparing the motor (Rota (8 of 7)), and the pump rotor (5) on the same revolving shaft (4) at rotation one in a pump according to claim 1.

[Claim 3] It is the pump characterized by being constituted as surfacing maintenance of the revolving shaft (4) carried out in a magnetic bearing (11) and (12) in a pump according to claim 2.

[Claim 4] The pump according to claim 1, 2, or 3 characterized by being a vacuum pump (A).

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention belongs to the technical field about pumps, such as a vacuum pump by which a rotation drive is carried out at high speed by the motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, Rota of a motor and a pump rotor are prepared on the same revolving shaft at rotation one, and, as for this kind of pump, the AC motor and the DC motor are usually used as this motor. Moreover, the bearing which supports this revolving shaft pivotable is prepared in the both ends of the above-mentioned revolving shaft. The ball bearing or the magnetic bearing is used as this bearing.

[0003] And with the above-mentioned pump, in order to raise the engine performance, it is required that the above-mentioned revolving shaft and a pump rotor should be rotated at high speed, but in order to make it resonance phenomena not arise, the rated rotational frequency is set up lower than the bending

resonance frequency in rotation systems, such as the above-mentioned motor and a revolving shaft. That is, in order to rotate a pump rotor more at high speed, it is necessary to make bending resonance frequency become as large as possible.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As one approach for making the above-mentioned bending resonance frequency high, it is possible to shorten the overall length of a motor rotor, a pump rotor, and a revolving shaft. However, shortening them with the conventional pump has reached the limitation, and it is difficult to make bending resonance frequency high. What [ can rotate a revolving shaft stably more in what uses especially a magnetic bearing at high speed if resonance phenomena do not occur ] Since the touchdown bearing for making it a revolving shaft not contact the above-mentioned electromagnet etc. is needed in accordance with a revolving shaft at the time of the electromagnet which carries out surfacing maintenance of the revolving shaft, the position sensor which detects the surfacing location of a revolving shaft, and the malrotation The overall length of a revolving shaft becomes still longer, and it becomes impossible to make bending resonance frequency high. Moreover, since the part and bending resonance frequency to which a pump rotor becomes large fall even if it is going to raise a pump performance by enlarging the diameter of a pump rotor and raising the peripheral velocity, it is necessary to lower a rated rotational frequency, consequently peripheral velocity of a pump rotor cannot be raised.

[0005] When this invention is made in view of these many points and the place made into the purpose pays its attention to the motor to the pump by which a rotation drive is carried out by the motor, make bending resonance frequency high, and it enables it to rotate a pump rotor more at high speed, and is in what it is going to raise a pump performance for.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in this invention, the switched reluctance motor (Switched Reluctance Motor:SR motor) was used for the motor.

[0007] By invention of claim 1, as shown in drawing 1 and drawing 2, it is premised concrete on the pump by which a rotation drive is carried out by the motor (7).

[0008] And the above-mentioned motor (7) shall consist of a switched reluctance motor.

[0009] That is, the coil of a stator (9) has completed SR motor by each magnetic pole (9), and it can shorten a coil end (9b) while it can enlarge width of face of the circumferencial direction in each magnetic pole (8a) of Rota (8) and can shorten the die length of the iron core section of Rota (8) as compared with an AC motor or a DC motor. Moreover, since the coil end (9b) is short, there is little copper loss, and since each magnetic pole (9b) of a stator (9) is always fixable to N pole or the south pole, there is also little iron loss. For this reason, effectiveness of a motor (7) can be made high. Consequently, to an AC motor or a DC motor, if the output and the outer diameter are the same, the overall length of SR motor can be made into one half extent. Therefore, a pump can be rotated more at high speed, being able to make high bending resonance frequency of rotation systems, such as a motor (Rota (8 of 7)), and preventing generating of resonance phenomena. Therefore, the engine performance of a pump can be raised.

[0010] In invention of claim 2, in invention of claim 1, as shown in drawing 1, the motor (Rota (8 of 7)) and the pump rotor (5) shall be prepared on the same revolving shaft (4) at rotation one.

[0011] this -- the engine performance of a motor (7) -- an AC motor, a DC motor, and abbreviation -- the effectiveness that only the part to which the overall length of a motor (7) becomes short shortens the overall length of a revolving shaft (4) soon, and makes bending resonance frequency high can be heightened, maintaining similarly. Therefore, the operation effectiveness of invention of claim 1 can be promoted more.

[0012] In invention of claim 2, as shown in drawing 1, the revolving shaft (4) shall consist of invention of claim 3, as surfacing maintenance carried out in a magnetic bearing (11) and (12).

[0013] That is, with the magnetic bearing-type pump, since it is in the inclination for there to be many components which should be arranged in accordance with a revolving shaft (4), for the overall length of a revolving shaft (4) to become long, and for bending resonance frequency to become low, it is required

that the overall length should be shortened as much as possible. Therefore, effective use of invention of claim 2 can be aimed at, and a pump performance can be raised stably.

[0014] In invention of claim 4, in claims 1 and 2 or invention of 3, as shown in drawing 1, a pump shall be a vacuum pump (A).

[0015] Especially the thing done for a rotation drive by this at high speed in order to raise that vacuum engine performance more in a vacuum pump (A) is demanded. Therefore, claims 1 and 2 or optimal use of invention of three can be aimed at.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 shows the whole turbo molecular pump (A) configuration as a vacuum pump concerning the operation gestalt of this invention. In the dry etching process for example, at the time of semi-conductor manufacture, in case the metal membrane of the aluminum currently formed in that substrate front face is etched using chlorine-based gas in a vacuum ambient atmosphere, this turbo molecular pump (A) is used in order to exhaust the gas molecule of the aluminum chloride ( $\text{AlCl}_3$ ) which is that resultant.

[0017] The above-mentioned turbo molecular pump (A) equips the revolving shaft (4) arranged so that it may be prepared pivotable in casing (3) which has an inlet (1) and an exhaust port (2), and this casing (3) and may extend in the vertical direction, and this revolving shaft (4) with the pump rotor (5) prepared in rotation one. This turbo molecular pump (A) contains the motor (7) which carries out the rotation drive of the above-mentioned revolving shaft (4) and the pump rotor (5).

[0018] Approximately cylindrical inner casing to which the above-mentioned casing (3) was prolonged in the vertical direction, and opening of the vertical both ends was carried out (3a), Exhaust-port casing prepared in the lower limit opening edge of this inner casing (3a) in the shape of an outward flange at one (3b), Pars-basilaris-ossis-occipitalis casing prepared so that lower limit opening of inner casing (3a) might be covered on the inferior surface of tongue of this exhaust-port casing (3b) (3c), It consists of the lower pump case (3d) of the shape of a cylinder established so that it might lap up and down on the above-mentioned exhaust-port casing (3b) and an up pump case (3e), and inlet casing (3f) prepared in the upper limit opening edge of this up pump case (3e). And while the above-mentioned inlet (1) is formed of inlet casing (3f), the exhaust port (2) is formed in the condition of having carried out opening to exhaust-port casing (3b) toward the side (left of drawing 1).

[0019] Between the above-mentioned exhaust-port casing (3b) and pars-basilaris-ossis-occipitalis casing (3c), the thrust magnetic bearing (11) which carries out surfacing maintenance of the revolving shaft (4) pivotable in the thrust direction (the vertical direction of drawing 1) is arranged. this magnetic bearing (11) -- the lower limit section of a revolving shaft (4) -- concentric -- and the disk (11a) which consists of the magnetic substance prepared in rotation one and the electromagnet (11b) with which contiguity arrangement of this disk (11a) was carried out up and down -- from -- it has become (11b). On the other hand, the radial magnetic bearing (12) which carries out surfacing maintenance of the revolving shaft (4) pivotable in a radial direction is arranged respectively at two upper and lower sides in inner casing (3a). Each radial magnetic bearing (12) consists of a body (12a) which consists of the magnetic substance by which outside fitting was carried out to the revolving shaft (4) at rotation one, and an electromagnet (12b) by which contiguity arrangement was carried out at the periphery side of this body (12a).

[0020] The above-mentioned motor (7) is arranged between both [ these ] the radials magnetic bearing (12) and (12). This motor (7) consists of a switched reluctance motor (Switched Reluctance Motor:SR motor) currently used for the electric vehicle, the two-wheel barrow, etc. This motor (7) has the motor stator (9) arranged at the periphery side of the motor rotor (8) by which outside fitting was carried out to the revolving shaft (4) at rotation one, and this motor rotor (8). In addition, the above-mentioned motor (Rota (8 of 7)) and the pump rotor (5) will be prepared on the same revolving shaft (4).

[0021] As shown in drawing 2, above-mentioned Rota (8) and an above-mentioned stator (9) have the magnetic pole (8a) which consists of six poles and eight poles, respectively, (8a), --, (9a), (9a), and -- (a

stator (9) has many magnetic poles two poles rather than Rota (8)), and, unlike the AC motor or the DC motor, are making both salient pole gear-tooth structures.

[0022] Each magnetic pole (9a) of the above-mentioned stator (9) has an independent phase winding (9b), respectively, and let the direction of a volume be hard flow mutually so that it may become the reverse pole of N and S in two magnetic poles (9a) and (9a) which face each other. The coil which are the vertical both ends of each of this coil (9b), and (9c) (9c) are projected up and down from the vertical edge of a stator (9), respectively. On the other hand, above-mentioned Rota (8) has neither a phase winding nor a permanent magnet, but consists only of an iron core.

[0023] And Rota (8) rotates this motor (7) only with reluctance torque like VR (Variabule Reluctannce) form stepping motor. That is, if drawing 3 explains the principle of operation of this motor (7) to a detail, as shown in this drawing (a), the condition that each magnetic pole (8a) of Rota (8) and a stator (9) and comrades (9a) have met will become [ magnetic reluctance ] the smallest, and it will become a stabilized point. And if external force tends to be applied to Rota (8) and it is going to shift in the direction of a counterclockwise rotation from this stabilized point as shown in this drawing (b), resistance torque will appear in the direction of a clockwise rotation. That is, if Rota (8) and the magnetic pole (8a) of a stator (9), and (9a) shift mutually It is that (stress of a maxwell) which line of magnetic force (an arrow head shows to this drawing) bends at each magnetic pole (8a) and the edge (9a), and this line of magnetic force has strong tension, and is going to become straight short. Torque tends to act in the direction of a clockwise rotation, and each magnetic pole (8a) of Rota (8) and a stator (9) and comrades (9a) tend to meet. Rota (8) rotates continuously by changing in order the excitation pole (9a) and (9a) with which an encoder (not shown) detects the location of the circumferencial direction of Rota (8) and which a stator (9) faces by this with a semi-conductor power switch. In addition, in the state of drawing 2, the magnetic pole (9a) and (9a) which line of magnetic force (a dotted line shows) has generated are excited.

[0024] The thrust location sensor (13) which detects the location of the thrust direction of this revolving shaft (4), and the rotation sensor (14) which detects the rotational frequency of a revolving shaft (4) are formed in the lower limit section lower part of the above-mentioned revolving shaft (4). the location which specifically counters the axial center of the revolving shaft (4) of pars-basilaris-ossis-occipitalis casing (3c) while the axial target (15) is prepared in the lower limit section of the above-mentioned revolving shaft (2) at rotation one -- the above-mentioned position sensor (13) -- moreover, the above-mentioned rotation sensor (14) is arranged in the location which carried out eccentricity from the axial center, respectively. And the base of the above-mentioned axial target (15) is made into the flat surface which intersects perpendicularly with the axial center of a revolving shaft (4), and detects a gap with this base by the thrust location sensor (13). Moreover, the crevice for rotational frequency detection (15a) is established in the location of two places which shifted only 180 degrees mutually [ the periphery section in the base of an axial target (15) ], respectively, and the rotational frequency of a revolving shaft (4) is detected based on these crevices (15a) and the count to which (15a) passes through a rotation sensor (14) top.

[0025] Between the above-mentioned thrust magnetic bearing (11) and the lower radial magnetic bearing (12), the radial location sensor (16) which detects the location of the radial direction by the side of the lower limit of a revolving shaft (4) is arranged. Moreover, above the upper radial magnetic bearing (12), the radial location sensor (16) which detects the location of the radial direction by the side of the upper limit of a revolving shaft (4) is arranged. Furthermore, between the above-mentioned thrust magnetic bearing (11) and the lower radial location sensor (16), two touchdown bearings (17) which regulate migration of the thrust and the radial surfacing direction so that this revolving shaft (4) may not contact the above-mentioned electromagnet (11b), each position sensor (13), (16), etc. at the time of the malrotation of a revolving shaft (4), and (17) are arranged (12b). And between the electric motor (7) and the upper radial magnetic bearing (12), one touchdown bearing (17) which regulates migration of the radial surfacing direction of a revolving shaft (4) similarly is arranged.

[0026] The above-mentioned pump rotor (5) is making the shape of a cylinder like object with base to which opening of the lower limit was carried out, and is connected with the upper limit section of the

above-mentioned revolving shaft (4) by a bolt (18), (18), and -- at rotation one. Two or more buckets (19) respectively prepared in the Johan section by the side of the periphery so that it might extend toward the method of the outside of radial, (19), and -- are arranged in the direction of an axial center multistage. two or more stationary blades (20) which countered these buckets (19), (19), and --, and were prepared in the inner circumference side of an up pump case (3e) on the other hand so that it might extend toward the method of the inside of each and radial, (20), and -- the same -- the direction of an axial center -- multistage -- and it is arranged so that it may be located by turns with a bucket (19), (19), and --. Moreover, between the stationary blade (20) which adjoins up and down, and (20), the spacer (21) is infixed, respectively. And the turbine pump is constituted by these buckets (19), (19), -- and a stationary blade (20), (20), and --.

[0027] Moreover, the bottom half section of a peripheral face of the above-mentioned pump rotor (5) is made into the cylinder side. On the other hand, the thread groove (22) of two or more articles, (22), and -- are prepared in the inner circumference of the above-mentioned lower pump case (3d) which counters this cylinder side. And the screw pump is constituted by these cylinder side and a thread groove (22), (22), and --.

[0028] Between the above-mentioned inner casing (3a), exhaust-port casing (3b), and a lower pump case (3d), it is formed so that an annular circular ring-like way (23) may revolve the surroundings of a revolving shaft (4). This annular way (23) is open for free passage for the above-mentioned exhaust port (2) with the free passage way (24) established in exhaust-port casing (3b). In addition, in drawing 1, (25) is a connector for connecting electrically each coil (9b) of each magnetic pole (9a) in the stator (9) of the electromagnet (11b) of each above-mentioned magnetic bearing (11) and (12), (12b), and a motor (7) and each sensor (13), (14), (16), etc. and the feeder system and control unit outside drawing.

[0029] Therefore, since the motor (7) which has a pump rotor (Rota (8 by which outside fitting of 5) was carried out to rotation one as well as the revolving shaft (4) prepared in rotation one) consists of an SR motor with the above-mentioned operation gestalt While being able to enlarge width of face of the circumferencial direction in each magnetic pole (8a) of Rota (8) and being able to shorten the die length of Rota (8), each coil (9b) in each magnetic pole (9a) of a stator (9) is completed by each of that magnetic pole (9a), and can shorten each coil end (9c). Moreover, since each coil end (9c) is short, there is little copper loss, and since each magnetic pole (9a) of a stator (9) is always fixable to N pole or the south pole, there is also little iron loss. For this reason, effectiveness of a motor (7) can be made high. Consequently, to an AC motor or a DC motor, if the output and the outer diameter are the same, the overall length of this motor (7) can be made into one half extent. this -- the motor engine performance -- an AC motor, a DC motor, and abbreviation -- the part to which the overall length of a motor (7) becomes short, maintaining similarly -- the overall length of a revolving shaft (4) -- soon -- short -- it can carry out -- Rota -- bending resonance frequency of the rotation system of (8), a revolving shaft (4), and a pump rotor (5) can be made still higher. Therefore, preventing generating of resonance phenomena, a revolving shaft (4) can be rotated more at high speed, and the vacuum engine performance of a turbo molecular pump (A) can be raised.

[0030] Moreover, since the revolving shaft (4) is constituted so that surfacing maintenance may be carried out by a thrust magnetic bearing (11) and the radial magnetic bearing (12), it is in the inclination for the overall length of a revolving shaft (4) to become long in order to arrange thrust magnetic bearing (11) and thrust location sensor (13) each radial location sensor (16) of radial magnetic bearing (12) each and each touchdown bearing (17) in accordance with a revolving shaft (4), and for bending resonance frequency to become low. However, with the above-mentioned operation gestalt, since the overall length of a motor (7) can be shortened, even if it uses a thrust magnetic bearing (11) and a radial magnetic bearing (12), bending resonance frequency cannot be reduced and rotation of a revolving shaft (4) can be stabilized by each magnetic bearing (11) and (12). Therefore, the vacuum engine performance of a turbo molecular pump (A) can be raised stably.

[0031] In addition, although the motor (7) which drives the turbo molecular pump (A) as a vacuum pump was used as SR motor with the above-mentioned operation gestalt, if it is the pump which has the need

of making it rotating at high speed in extent from which the bending resonance frequency of a rotation system poses a problem, this invention is applicable to any pumps.

[0032]

[Effect of the Invention] As explained above, according to invention of claim 1, improvement-ization of a pump performance can be attained by having used the motor as the switched reluctance motor to the pump by which a rotation drive is carried out by the motor.

[0033] According to invention of claim 2, the operation effectiveness of invention of claim 1 can be heightened more by having prepared Rota of a motor, and a pump rotor on the same revolving shaft at rotation one.

[0034] According to invention of claim 3, by having constituted the revolving shaft so that surfacing maintenance might be carried out by the magnetic bearing, effective use of invention of claim 2 can be aimed at, and stable improvement-ization of a pump performance can be attained.

[0035] According to invention of claim 4, claims 1 and 2 or optimal use of invention of three can be aimed at by having used the pump as the vacuum pump.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the whole turbo molecular pump configuration as a vacuum pump concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the II-II line expanded sectional view of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the sectional view showing the principle of operation of a motor typically.

[Description of Notations]

(A) Turbo molecular pump (vacuum pump)

(4) Revolving shaft

(5) Pump rotor

(7) Motor

(8) Motor rotor

(11) Thrust magnetic bearing

(12) Radial magnetic bearing

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

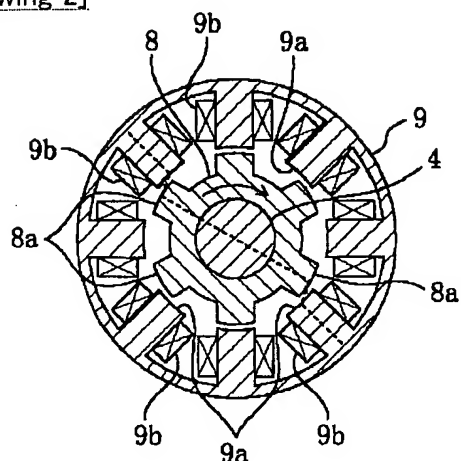
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

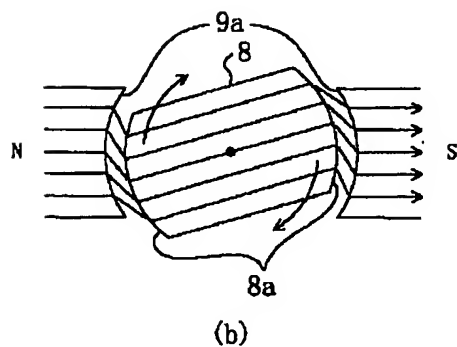
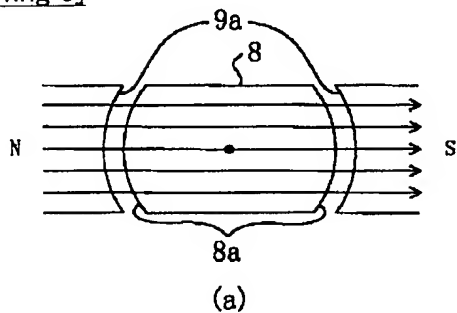
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

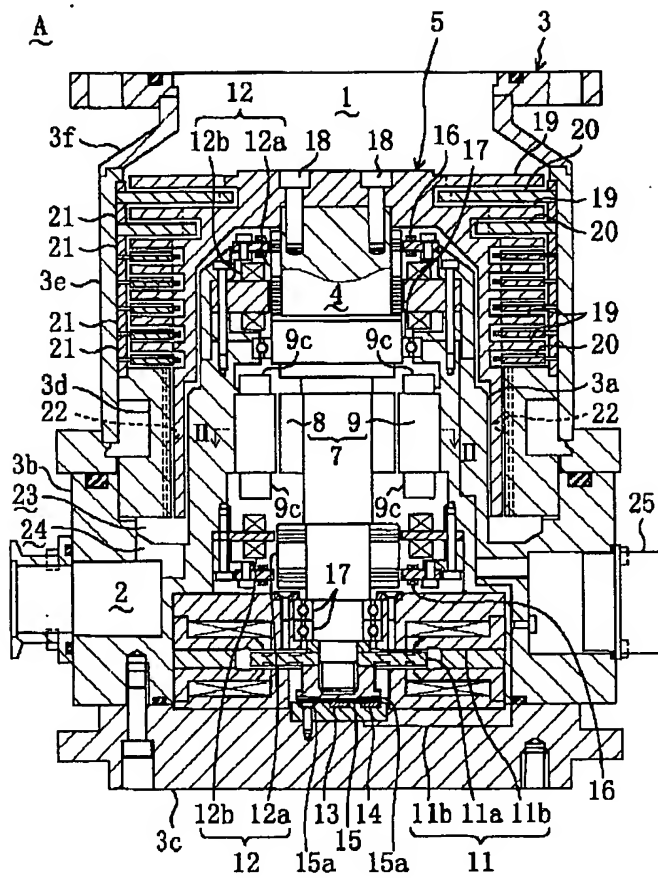
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 1]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-288191

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int.Cl.<sup>°</sup>

識別記号

F I

F 0 4 D 19/04

F 0 4 D 19/04

H

H 0 2 K 7/09

H 0 2 K 7/09

7/14

7/14

B

19/10

19/10

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-99224

(22) 出願日

平成9年(1997)4月16日

(71) 出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72) 発明者 檜皮 武史

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業

株式会社堺製作所金岡工場内

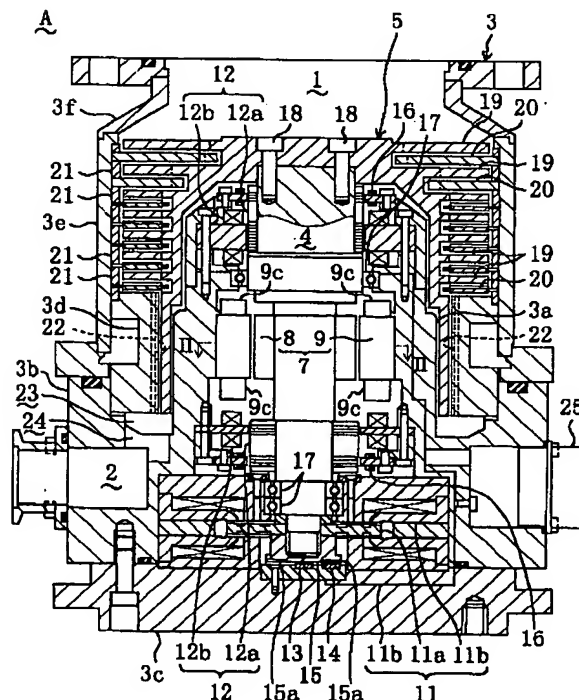
(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ポンプ

(57) 【要約】

【課題】 モータ7のロータ8及びポンプロータ5が同一回転軸4上に回転一体に設けられ、かつそのモータ7により回転駆動されるターボ分子ポンプAに対して、回転軸4等の回転系の曲げ共振周波数を高くしてポンプロータ5をより高速で回転させることができるようにし、ターボ分子ポンプAの真空性能を向上させる。

【解決手段】 モータ7にスイッチドリラクタンスモータ (Switched Reluctance Motor: SRモータ) を使用してそのロータ7の全長を短くすることにより、回転軸4の全長を短くする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 モータ(7)によって回転駆動されるポンプにおいて、

上記モータ(7)は、スイッチドリラクタンスモータからなることを特徴とするポンプ。

【請求項2】 請求項1記載のポンプにおいて、モータ(7)のロータ(8)及びポンプロータ(5)が同一回転軸(4)上に回転一体に設けられていることを特徴とするポンプ。

【請求項3】 請求項2記載のポンプにおいて、回転軸(4)は、磁気軸受(11)、(12)により浮上保持されるように構成されていることを特徴とするポンプ。

【請求項4】 真空ポンプ(A)であることを特徴とする請求項1、2又は3記載のポンプ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、モータによって高速で回転駆動される真空ポンプ等のポンプに関する技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】一般に、この種のポンプは、例えばモータのロータ及びポンプロータが同一回転軸上に回転一体に設けられており、このモータとしては、通常、ACモータやDCモータが使用されている。また、上記回転軸の両端部には、該回転軸を回転可能に支持する軸受が設けられている。この軸受としては、ボールベアリング又は磁気軸受が用いられている。

【0003】そして、上記ポンプでは、その性能を向上させるために上記回転軸及びポンプロータを高速で回転させることが要求されているが、共振現象が生じないようにするために、その定格回転周波数を上記モータや回転軸等の回転系における曲げ共振周波数よりも低く設定している。すなわち、ポンプロータをより高速で回転させるには、曲げ共振周波数を出来る限り大きくなるようにしておく必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記曲げ共振周波数を高くするための一つの方法として、モータロータ、ポンプロータ及び回転軸の全長を短くすることが考えられる。しかし、従来のポンプでは、それらを短くするのは限界に達しており、曲げ共振周波数を高くするのは困難である。特に磁気軸受を使用するものでは、共振現象が発生しなければ、より高速で安定的に回転軸を回転させることができるものの、回転軸を浮上保持させる電磁石、回転軸の浮上位置を検出する位置センサ及び回転異常時に回転軸が上記電磁石等に接触しないようにするためのタッチダウンベアリング等が回転軸に沿って必要となるので、回転軸の全長がより一層長くなり、曲げ共振周波数を高くすることはできなくなる。また、ポンプロ

ータ径を大きくしてその周速度を向上させることでポンプ性能を向上させようとしても、ポンプロータが大きくなる分、曲げ共振周波数が低下してしまうので、定格回転周波数を下げる必要があり、その結果、ポンプロータの周速度を向上させることはできない。

【0005】本発明は斯かる諸点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、モータによって回転駆動されるポンプに対して、そのモータに着目することによって、曲げ共振周波数を高くしてポンプロータをより高速で回転させることができるようにし、ポンプ性能を向上させようとするにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、この発明では、モータにスイッチドリラクタンスモータ(Switched Reluctance Motor: SRモータ)を使用するようにした。

【0007】具体的には、請求項1の発明では、図1及び図2に示すように、モータ(7)によって回転駆動されるポンプを前提とする。

20 【0008】そして、上記モータ(7)は、スイッチドリラクタンスモータからなるものとする。

【0009】すなわち、SRモータは、ACモータやDCモータと比較して、ロータ(8)の各磁極(8a)における円周方向の幅を大きくしてロータ(8)の鉄心部の長さを短くすることができると共に、ステータ(9)の巻線が各磁極(9)で完結していてコイルエンド(9b)を短くすることができる。また、コイルエンド(9b)が短いので、銅損が少なく、ステータ(9)の各磁極(9b)を常にN極又はS極に固定することができるので、鉄損も少ない。このため、モータ(7)の効率を高くすることができる。この結果、ACモータやDCモータに対して出力及び外径が同じであれば、SRモータの全長を半分程度にすることができる。したがって、モータ(7)のロータ(8)等の回転系の曲げ共振周波数を高くすることができ、共振現象の発生を防止しつつ、ポンプをより高速で回転させることができる。よって、ポンプの性能を向上させることができる。

【0010】請求項2の発明では、請求項1の発明において、図1に示すように、モータ(7)のロータ(8)及びポンプロータ(5)が同一回転軸(4)上に回転一体に設けられているものとする。

【0011】このことにより、モータ(7)の性能をACモータやDCモータと略同じに維持しつつ、モータ(7)の全長が短くなる分だけ回転軸(4)の全長を直に短くして曲げ共振周波数を高くする効果を高めることができる。よって、請求項1の発明の作用効果をより助長することができる。

【0012】請求項3の発明では、請求項2の発明において、図1に示すように、回転軸(4)は、磁気軸受(11)、(12)により浮上保持されるように構成さ

れているものとする。

【0013】すなわち、磁気軸受式のポンプでは、回転軸(4)に沿って配置すべき部品が多くて回転軸(4)の全長が長くなり、曲げ共振周波数が低くなる傾向にあるので、出来る限りその全長を短くすることが要求されている。よって、請求項2の発明の有効な利用を図ることができ、ポンプ性能を安定的に向上させることができる。

【0014】請求項4の発明では、請求項1、2又は3の発明において、図1に示すように、ポンプは真空ポンプ(A)であるものとする。

【0015】このことにより、真空ポンプ(A)ではその真空性能をより向上させるために、高速で回転駆動させることが特に要求されている。よって、請求項1、2又は3の発明の最適な利用を図ることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の実施形態に係る真空ポンプとしてのターボ分子ポンプ(A)の全体構成を示している。このターボ分子ポンプ(A)は、例えば半導体製造時のドライエッチング工程において、その基板表面に形成されているアルミニウムの金属膜を真空雰囲気中で塩素系ガスを用いてエッチングする際に、その反応生成物である塩化アルミニウム(AlCl<sub>3</sub>)のガス分子を排気するために用いられる。

【0017】上記ターボ分子ポンプ(A)は、吸気口(1)及び排気口(2)を有するケーシング(3)と、このケーシング(3)内に回転可能に設けられかつ上下方向に延びるように配置された回転軸(4)と、この回転軸(4)に回転一体に設けられたポンプロータ(5)とを備えている。このターボ分子ポンプ(A)は、上記回転軸(4)及びポンプロータ(5)を回転駆動するモータ(7)を内蔵している。

【0018】上記ケーシング(3)は、上下方向に延びかつ上下両端が開口された略円筒状の内部ケーシング(3a)と、この内部ケーシング(3a)の下端開口縁に外向きフランジ状に一体に設けられた排気口ケーシング(3b)と、この排気口ケーシング(3b)の下面に内部ケーシング(3a)の下端開口を覆うように設けられた底部ケーシング(3c)と、上記排気口ケーシング(3b)上に上下に重なるように設けられた円筒状の下部ポンプケーシング(3d)及び上部ポンプケーシング(3e)と、この上部ポンプケーシング(3e)の上端開口縁に設けられた吸気口ケーシング(3f)とからなっている。そして、上記吸気口(1)は吸気口ケーシング(3f)により形成されている一方、排気口(2)は、排気口ケーシング(3b)に側方(図1の左方)に向かって開口した状態に形成されている。

【0019】上記排気口ケーシング(3b)と底部ケーシング(3c)との間には、回転軸(4)をスラスト方

向(図1の上下方向)において回転可能に浮上保持するスラスト磁気軸受(11)が配置されている。この磁気軸受(11)は、回転軸(4)の下端部に同心状にかつ回転一体に設けられた磁性体からなるディスク(11a)と、このディスク(11a)の上下に近接配置された電磁石(11b)、(11b)とからなっている。一方、内部ケーシング(3a)内の上下2箇所には、各々、回転軸(4)をラジアル方向において回転可能に浮上保持するラジアル磁気軸受(12)が配置されている。各ラジアル磁気軸受(12)は、回転軸(4)に回転一体に外嵌合された磁性体からなる円筒部(12a)と、この円筒部(12a)の外周側に近接配置された電磁石(12b)とからなっている。

【0020】これら両ラジアル磁気軸受(12)、(12)間に上記モータ(7)は配置されている。このモータ(7)は、電気自動車や二輪車等に使用されているスイッチドリラクタンスモータ(Switched Reluctance Motor: SRモータ)からなる。このモータ(7)は、回転軸(4)に回転一体に外嵌合されたモータロータ(8)と、このモータロータ(8)の外周側に配置されたモータステータ(9)とを有している。尚、上記モータ(7)のロータ(8)及びポンプロータ(5)は、同一の回転軸(4)上に設けられていることになる。

【0021】上記ロータ(8)及びステータ(9)は、図2に示すように、それぞれ6極及び8極からなる磁極(8a)、(8a)、…、(9a)、(9a)、…を有し(ステータ(9)はロータ(8)よりも2極多い磁極を有する)、ACモータやDCモータと異なり、共に突極歯構造をなしている。

【0022】上記ステータ(9)の各磁極(9a)はそれぞれ独立の相巻線(9b)を有し、その巻方向は、向かい合う2つの磁極(9a)、(9a)においてN及びSの逆極となるように互いに逆方向とされている。この各巻線(9b)の上下両端部であるコイルエンド(9c)、(9c)は、ステータ(9)の上下端からそれぞれ上下に突出している。一方、上記ロータ(8)は、相巻線や永久磁石を有しておらず、鉄心のみからなる。

【0023】そして、このモータ(7)は、VR(Variable Reluctance)形ステッピングモータと同様に、リラクタンストルクのみでロータ(8)が回転するようになっている。すなわち、このモータ(7)の動作原理を図3により詳細に説明すると、同図(a)に示すように、ロータ(8)及びステータ(9)の各磁極(8a)、(9a)同士が対面している状態が磁気抵抗が最も小さくなり、安定点となる。そして、この安定点から、同図(b)に示すように、ロータ(8)に外力を加えて反時計回り方向にずらそうとすると、時計回り方向に反抗トルクが現れる。つまり、ロータ(8)及びステータ(9)の磁極(8a)、(9a)が互いにずれると、各磁極(8a)、(9a)端部で磁力線(同図に矢

印で示す)が曲り、この磁力線は強い張力を有して短く真っ直ぐになるようとする(マックスウェルの応力)ので、時計回り方向にトルクが作用し、ロータ(8)及びステータ(9)の各磁極(8a)、(9a)同士が対面しようとする。このことで、ロータ(8)の円周方向の位置をエンコーダ(図示せず)で検出してステータ(9)の向かい合う励磁極(9a)、(9a)を半導体パワースイッチで順に切り替えることにより、連続してロータ(8)は回転するようになっている。尚、図2の状態では、磁力線(点線で示す)が発生している磁極(9a)、(9a)が励磁されている。

【0024】上記回転軸(4)の下端部下方には、該回転軸(4)のスラスト方向の位置を検出するスラスト位置センサ(13)と、回転軸(4)の回転周波数を検出する回転センサ(14)とが設けられている。具体的には、上記回転軸(2)の下端部にはアキシタルターゲット(15)が回転一体に設けられている一方、底部ケーシング(3c)の回転軸(4)の軸心に対向する位置に上記位置センサ(13)が、また軸心から偏心した位置に上記回転センサ(14)がそれぞれ配置されている。そして、上記アキシタルターゲット(15)の底面は回転軸(4)の軸心と直交する平面とされており、この底面とのギャップをスラスト位置センサ(13)により検出するようになっている。また、アキシタルターゲット(15)の底面における周縁部の互いに180°だけずれた2箇所の位置には、回転周波数検出用の凹部(15a)がそれぞれ設けられており、これら凹部(15a)、(15a)が回転センサ(14)上を通過する回数に基づいて回転軸(4)の回転周波数を検出するようになっている。

【0025】上記スラスト磁気軸受(11)と、下側のラジアル磁気軸受(12)との間には、回転軸(4)の下端側のラジアル方向の位置を検出するラジアル位置センサ(16)が配置されている。また、上側のラジアル磁気軸受(12)の上方には、回転軸(4)の上端側のラジアル方向の位置を検出するラジアル位置センサ(16)が配置されている。さらに、上記スラスト磁気軸受(11)と下側のラジアル位置センサ(16)との間には、回転軸(4)の回転異常時に該回転軸(4)が上記電磁石(11b)、(12b)や各位置センサ(13)、(16)等に接触しないようにそのスラスト及びラジアル浮上方向の移動を規制する2つのタッチダウンベアリング(17)、(17)が配置されている。そして、電動モータ(7)と上側のラジアル磁気軸受(12)との間には、同様に回転軸(4)のラジアル浮上方向の移動を規制する1つのタッチダウンベアリング(17)が配置されている。

【0026】上記ポンプロータ(5)は、下端が開口された有底筒状をなして、上記回転軸(4)の上端部にボルト(18)、(18)、…により回転一体に連結

されている。その外周側の上半部には、各々、半径方向外方に向かって延びるように設けられた複数の動翼(19)、(19)、…が軸心方向に多段に配置されている。一方、これら動翼(19)、(19)、…に対向して、上部ポンプケーシング(3e)の内周側には、各々、半径方向内方に向かって延びるように設けられた複数の静翼(20)、(20)、…が同じく軸心方向に多段にかつ動翼(19)、(19)、…と交互に位置するように配置されている。また、上下に隣接する静翼(20)、(20)間にはスペーサ(21)がそれぞれ介装されている。そして、これら動翼(19)、(19)、…及び静翼(20)、(20)、…により、ターボポンプが構成されている。

【0027】また、上記ポンプロータ(5)の外周面下半部は円筒面とされている。一方、この円筒面に対向する上記下部ポンプケーシング(3d)の内周には、複数条のねじ溝(22)、(22)、…が設けられている。そして、これら円筒面及びねじ溝(22)、(22)、…により、ねじポンプが構成されている。

【0028】上記内部ケーシング(3a)、排気口ケーシング(3b)及び下部ポンプケーシング(3d)間には、円環状の環状路(23)が回転軸(4)の周りを巡るように形成されている。この環状路(23)は、排気口ケーシング(3b)に設けられた連通路(24)により上記排気口(2)に連通している。尚、図1において、(25)は、上記各磁気軸受(11)、(12)の電磁石(11b)、(12b)、モータ(7)のステータ(9)における各磁極(9a)の各巻線(9b)及び各センサ(13)、(14)、(16)等と、図外の給電装置及び制御装置とを電気的に接続するためのコネクタである。

【0029】したがって、上記実施形態では、ポンプロータ(5)が回転一体に設けられた回転軸(4)に同じく回転一体に外嵌合されたロータ(8)を有するモータ(7)がSRモータからなるので、ロータ(8)の各磁極(8a)における円周方向の幅を大きくしてロータ(8)の長さを短くすることができると共に、ステータ(9)の各磁極(9a)における各巻線(9b)がその各磁極(9a)で完結して各コイルエンド(9c)を短くすることができる。また、各コイルエンド(9c)が短いので、銅損が少なく、ステータ(9)の各磁極(9a)を常にN極又はS極に固定することができるので、鉄損も少ない。このため、モータ(7)の効率を高くすることができる。この結果、ACモータやDCモータに対して出力及び外径が同じであれば、このモータ(7)の全長を半分程度にすることができる。このことで、モータ性能をACモータやDCモータと略同じに維持しつつ、モータ(7)の全長が短くなる分だけ回転軸(4)の全長を直に短くすることができ、ロータ

(8)、回転軸(4)及びポンプロータ(5)の回転系

の曲げ共振周波数をより一層高くすることができる。よって、共振現象の発生を防止しつつ、回転軸(4)をより高速で回転させることができ、ターボ分子ポンプ(A)の真空性能を向上させることができる。

【0030】また、回転軸(4)は、スラスト磁気軸受(11)及びラジアル磁気軸受(12)により浮上保持されるように構成されているので、スラスト磁気軸受(11)、スラスト位置センサ(13)、各ラジアル磁気軸受(12)、各ラジアル位置センサ(16)及び各タッチダウンベアリング(17)を回転軸(4)に沿って配置するために回転軸(4)の全長が長くなり、曲げ共振周波数が低くなる傾向にある。しかし、上記実施形態では、モータ(7)の全長を短くすることができるので、スラスト磁気軸受(11)及びラジアル磁気軸受(12)を使用しても、曲げ共振周波数を低下させることはなく、各磁気軸受(11)、(12)により回転軸(4)の回転を安定させることができる。よって、ターボ分子ポンプ(A)の真空性能を安定的に向上させることができる。

【0031】尚、上記実施形態では、真空ポンプとしてのターボ分子ポンプ(A)を駆動するモータ(7)をSRモータとしたが、回転系の曲げ共振周波数が問題となる程度に高速で回転させる必要のあるポンプであれば、どのようなポンプにも本発明を適用することができる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によると、モータによって回転駆動されるポンプに対し \*

て、そのモータをスイッチドリラクタンスモータとしたことにより、ポンプ性能の向上を図ることができる。

【0033】請求項2の発明によると、モータのロータ及びポンプロータを同一回転軸上に回転一体に設けたことにより、請求項1の発明の作用効果をより高めることができる。

【0034】請求項3の発明によると、回転軸を、磁気軸受により浮上保持されるように構成したことにより、請求項2の発明の有効な利用を図ることができ、ポンプ性能の安定向上を図ることができる。

【0035】請求項4の発明によると、ポンプを真空ポンプとしたことにより、請求項1、2又は3の発明の最適な利用を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る真空ポンプとしてのターボ分子ポンプの全体構成を示す断面図である。

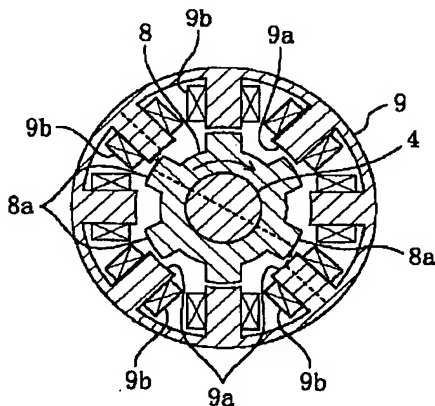
【図2】図1のII-II線拡大断面図である。

【図3】モータの動作原理を模式的に示す断面図である。

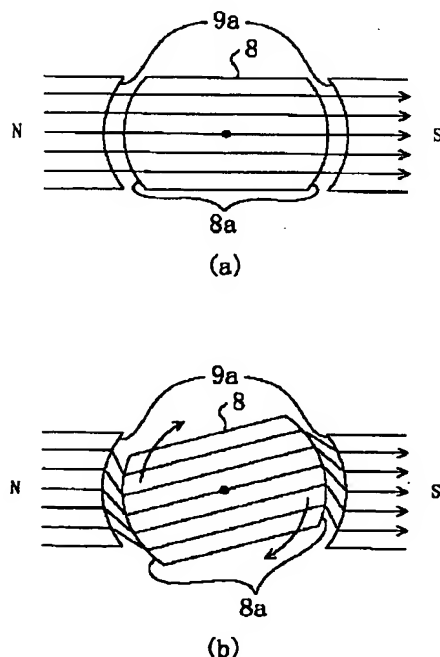
【符号の説明】

- (A) ターボ分子ポンプ(真空ポンプ)
- (4) 回転軸
- (5) ポンプロータ
- (7) モータ
- (8) モータロータ
- (11) スラスト磁気軸受
- (12) ラジアル磁気軸受

【図2】



【図3】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**